

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-283359

(43)Date of publication of application : 03.10.2003

(51)Int.Cl. H04B 1/30  
 H04B 1/40  
 H04B 7/08  
 H04B 7/10  
 H04J 15/00

(21)Application number : 2002-079306

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 20.03.2002

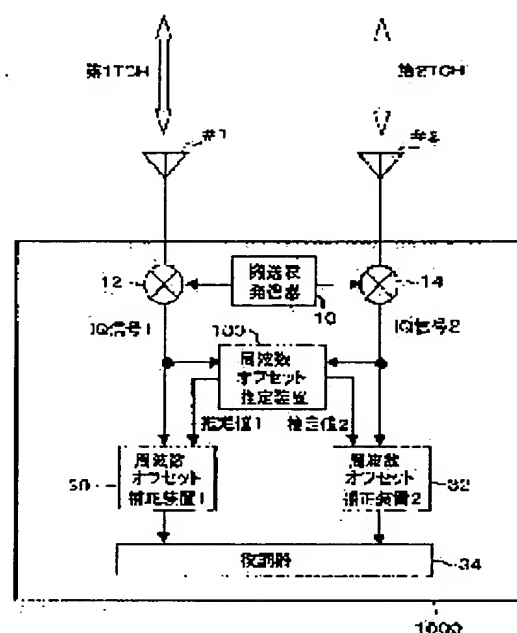
(72)Inventor : MAKITA SOKEN  
 DOI YOSHIHARU

## (54) RADIO DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a radio device having an arrangement for compensating a frequency offset in a terminal equipment which transmits/receives signals in a MIMO system.

SOLUTION: A radio device 1000 is provided with: a plurality of antennas #1-#2, a carrier wave generator 10 for generating carrier waves for detecting synchronization; multipliers 12 and 14 for respectively multiplying the carrier waves and for performing detection processing for a plurality of reception signals from a plurality of antennas; a frequency offset estimating device 100 for estimating a frequency offset based on signals from the multipliers 12 and 14 and for calculating a single frequency offset estimate when MIMO system communication is performed; and frequency offset correction devices 30 and 32 for performing correction processing of the frequency offset for signals from a plurality of multiplying means.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-283359

(P2003-283359A)

(43) 公開日 平成15年10月3日 (2003. 10. 3)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 4 B 1/30		H 0 4 B 1/30	5 K 0 1 1
1/40		1/40	5 K 0 2 2
7/08		7/08	D 5 K 0 5 9
7/10		7/10	A
H 0 4 J 15/00		H 0 4 J 15/00	
審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 20 頁)			

(21) 出願番号 特願2002-79306 (P2002-79306)

(22) 出願日 平成14年3月20日 (2002. 3. 20)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 牧田 崇顕

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

(72) 発明者 土居 義晴

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外3名)

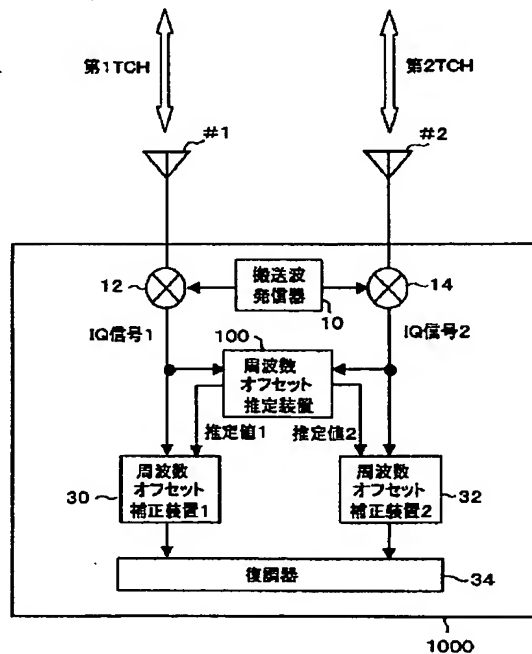
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線装置

(57) 【要約】

【課題】 MIMO方式で信号の送受信を行なう端末装置において、周波数オフセットを補償するための構成を備えた、無線装置を提供する。

【解決手段】 無線装置1000は、複数のアンテナ#1～#2と、同期検波のために搬送波を生成する搬送波発信器10と、複数のアンテナからの複数の受信信号に対して、それぞれ搬送波を乗算して検波処理を行うための乗算器12、14と、乗算器12、14からの信号に基づいて周波数オフセットを推定して、MIMO方式通信が行われている場合、1つの周波数オフセット推定値を算出する周波数オフセット推定装置100と、周波数オフセット推定値に基づいて、複数の乗算手段からの信号に対して周波数オフセットの補正処理を行う周波数オフセット補正装置30、32とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 単一の他の無線装置との間に複数の空間パスを形成して多入力多出力通信を行うことができる無線装置であって、

複数のアンテナと、

同期検波のために搬送波を生成する発振手段と、

前記複数のアンテナからの複数の受信信号に対して、それぞれ前記搬送波を乗算して検波処理を行うための複数の乗算手段と、

前記複数の乗算手段に共通に設けられ、前記複数の乗算手段からの信号に基づいて周波数オフセットを推定して、前記多入力多出力通信が行われている場合、1つの周波数オフセット推定値を算出する周波数オフセット推定手段と、

前記周波数オフセット推定値に基づいて、前記複数の乗算手段からの信号に対して周波数オフセットの補正処理を行う周波数オフセット補正手段とを備える、無線装置。

【請求項 2】 前記無線装置は、空間分割多重された複数の通話チャネルを有する信号を受信し、前記複数の乗算手段は、前記多入力多出力通信が行われている場合は、前記複数のアンテナにそれぞれ受信される互いに異なる複数の通話チャネルの信号に対して前記搬送波を乗算する、請求項 1 記載の無線装置。

【請求項 3】 前記周波数オフセット推定手段は、前記複数の通話チャネルのうち、1つの通話チャネルで通信が行われている場合、前記 1つの通話チャネルについての周波数オフセット推定値を算出し、

前記周波数オフセット補正手段は、前記周波数オフセット推定値に基づいて、前記 1つの通話チャネルについての周波数オフセット補正を行う、請求項 2 記載の無線装置。

【請求項 4】 前記 1つの周波数オフセット推定値は、前記複数の通話チャネルの信号についての周波数オフセットの平均値である、請求項 2 記載の無線装置。

【請求項 5】 前記複数のアンテナごとの受信エラーを検出する受信エラー検出手段をさらに備え、

前記 1つの周波数オフセット推定値は、前記複数の通話チャネルの信号についての周波数オフセットについての、前記受信エラーに基づく重み付け平均値である、請求項 2 記載の無線装置。

【請求項 6】 前記複数の乗算器からの信号を受けて、最大レベルの信号を出力する乗算手段を選択し、前記複数の通話チャネルの信号を分離する選択手段をさらに備え、

前記周波数オフセット推定手段は、前記選択手段からの信号に対して周波数オフセットを推定して、前記多入力多出力通信が行われている場合、1つの周波数オフセット推定値を算出し、

前記複数の乗算手段からの信号に対して、アダプティブ

アレイ処理を行うためのアダプティブアレイ処理部をさらに備え、

前記周波数オフセット補正手段は、前記周波数オフセット推定値に基づいて、前記アダプティブアレイ処理部からの信号に対して周波数オフセットの補正処理を行う、請求項 2 記載の無線装置。

【請求項 7】 単一の他の無線装置との間に複数の空間パスを形成して多入力多出力通信を行うことができる無線装置であって、

複数のアンテナと、

同期検波のために搬送波を生成する発振手段と、

前記複数のアンテナからの複数の受信信号に対して、それぞれ前記搬送波を乗算して検波処理を行うための複数の乗算手段と、

前記複数の乗算手段に共通に設けられ、前記複数の乗算手段からの信号に対して周波数オフセットを推定する周波数オフセット推定手段とを備え、

前記周波数オフセット推定手段は、前記複数の乗算手段にそれぞれ対応する複数の周波数オフセット推定器と、

20 前記複数の乗算手段のうちの所定数の乗算器からの信号を用いて、通信を行う状態から、前記所定数よりも多い乗算器からの信号を用いて通信を行う状態に移行する際に、すでに通信中であった乗算手段に対応する周波数オフセット推定器の出力を、新たに通信を開始する乗算手段に対応する周波数オフセット推定器に初期値として与えるための切換手段とを含み、

前記周波数オフセット推定値に基づいて、前記複数の乗算手段からの信号に対して周波数オフセットの補正処理を行う周波数オフセット補正手段とを備える、無線装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、無線装置、特に、1つの無線端末と無線基地局との間で空間分割により形成された複数のパスを介して多重通信することができる無線装置の構成に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、急速に発達しつつある移動体通信システム（たとえば、Personal Handyphone System：以下、PHS）では、電波の周波数利用効率を高めるために、同一周波数の同一タイムスロットを空間的に分割することにより複数ユーザの移動端末装置を無線基地システムにパス多重接続させることができる PDMA（Path Division Multiple Access）方式が提案されている。この PDMA 方式では、各ユーザの移動端末装置からの信号は、周知のアダプティブアレイ処理により分離抽出される。なお、PDMA 方式は、また、SDMA 方式（Spatial Division Multiple Access）とも呼ばれる。

【0003】図 13 は周波数分割多重接続（Frequency Division Multiple Access：FDMA）、時分割多重接

続 (Time Division Multiple Access : TDMA) および空間多重分割接続 (Path Division Multiple Access : PDMA) の各種の通信システムにおけるチャネルの配置図である。

【0004】まず、図13を参照して、FDMA、TDMAおよびPDMAについて簡単に説明する。図13

(a) はFDMAを示す図であって、異なる周波数  $f_1 \sim f_4$  の電波でユーザ1~4のアナログ信号が周波数分割されて伝送され、各ユーザ1~4の信号は周波数フィルタによって分離される。図13(b) に示すTDMAにおいては、各ユーザのデジタル化された信号が、異なる周波数  $f_1 \sim f_4$  の電波で、かつ一定の時間 (タイムスロット) ごとに時分割されて伝送され、各ユーザの信号は周波数フィルタと基地局および各ユーザ移動端末装置間の時間同期とにより分離される。

【0005】一方、PDMA方式は、図13(c) に示すように、同じ周波数における1つのタイムスロットを空間的に分割して複数のユーザのデータを伝送するものである。このPDMAでは各ユーザの信号は周波数フィルタと基地局および各ユーザ移動端末装置間の時間同期とアダプティブアレイなどの相互干渉除去装置とを用いて分離される。

【0006】このようなアダプティブアレイ処理は周知の技術であり、たとえば、文献1：菊間信良著の「アレイアンテナによる適応信号処理」(科学技術出版) の第35頁~第49頁の「第3章 MMS Eアダプティブアレイ」に詳細に説明されている。「アダプティブアレイ処理」とは、端末からの受信信号に基づいて、基地局のアンテナごとの受信係数 (ウェイト) からなるウェイトベクトルを計算して適応制御することによって、所望の端末からの信号を正確に抽出する処理である。

【0007】このようなアダプティブアレイ処理により、各ユーザ端末のアンテナからの上り信号は、基地局のアレイアンテナによって受信され、受信指向性を伴って分離抽出されるとともに、基地局から当該端末への下り信号は、端末のアンテナに対する送信指向性を伴ってアレイアンテナから送信される。

【0008】[PHSの通信方式] ところで、PHS (Personal Handy phone System) の通信方式としては、送信受信のためのそれぞれ4スロット (1スロット:  $625 \mu s$ ) からなる1フレーム (5ms) を基本単位としたTDMA方式が採用されている。このフレームの構成は、PDMA方式でも同様である。このようなPHSの通信方式は、たとえば、「第2世代コードレス通話システム」として標準化がなされている。

【0009】図14は、端末とPDMA基地局との間で授受される信号の構成を説明するための概念図である。

【0010】1フレームの信号は8スロットに分割され、前半の4スロットがたとえば受信用であり後半の4スロットがたとえば送信用である。

【0011】各スロットは120シンボルから構成され、図14に示した例では、1つの受信用および1つの送信用のスロットを1組として最大4ユーザに対して1フレームの信号を割り当てることが可能である。ただし、一般には、1フレームの信号は、1つの受信用および1つの送信用のスロットを1組として3組のスロットが3ユーザに対する通話チャネルに、残りの1組のスロットが制御チャネル (コントロールチャネル) にそれぞれ割り当てられている。

【0012】ここで、たとえば、PDMA基地局と2つのユーザ端末PS1、PS2が通信している場合、基地局での受信信号がPDMA基地局のサービスを受けるものであるかの識別は、以下に説明するように行なわれる。

【0013】すなわち、携帯電話機の電波信号は上述のようなフレーム構成をとって伝達される。携帯電話機からのスロット信号は、大きくは、無線基地局にとって既知の信号系列からなる参照信号区間と、無線基地局にとって未知の信号系列からなるデータ (音声など) から構成されている。

【0014】参照信号区間の信号系列は、当該ユーザが無線基地局にとって通話すべき所望のユーザかどうかを見分けるための情報の信号列 (ユニークワード信号) を含んでいる。

【0015】PDMA無線基地局は、メモリに格納しているユニークワード信号と、受信した信号系列との対比に基づいて、ユーザPS1に対応する信号系列を含んでいると思われる信号を抽出するようにウェイトベクトル制御 (重み係数の決定) を行なう。

【0016】また、各端末PS1、PS2からの信号は、両者を区別するために、一方の信号に対して、他方の信号は、所定の時間間隔だけ遅延した信号となっている。

【0017】さらに、各フレームについては、上述したユニークワード信号 (参照信号) 区間を含むとともに、巡回符号による誤り検出 (CRC : cyclic redundancy check) が可能な構成となっているものとする。

【0018】[PHSの通話確立処理] PHSでは、同期確立の制御手順の際に、まず、制御チャネルによるリンクチャネルの確立が行われた後に、干渉波 (U波 : Undesired wave) 測定処理を行ない、さらに割り当てられたチャネルにより通話条件の設定処理を行った後に通話が開始される。このような手順については、PHSの規格である第2世代コードレス通話システム標準規格RCR STD-28 (発行 : (社団法人) 電波産業界) に詳しく開示されている。

【0019】図15は、このようなPHSの通話シーケンスフローを示す図である。以下、図15を参照して、簡単にその説明を行なう。

【0020】まずPHS端末からCチャネル (コントロ

10

20

30

40

50

ールチャネル：CCH)を用いてリンクチャネル確立要求信号(LCH確立要求信号)を基地局に対し送信する。PHS基地局は、空きチャネル(空き通話チャネル：空きTチャネル)を検出し(キャリアセンス)、Cチャネルを用いて空きTチャネルを指定するリンクチャネル割当信号(LCH割当信号)をPHS端末側に送信する。

【0021】PHS端末側では、PHS基地局から受信したリンクチャネル情報に基づき、指定されたTチャネルに、ある一定以上のパワーの干渉波信号が受信されていないか測定(U波測定)し、一定のパワー以上の干渉波信号が検出されない場合、すなわち、他のPHS基地局がこの指定されたTチャネルを使用していない場合には、指定されたTチャネルを用いて同期バースト信号を基地局に送信し、基地局からも同期バースト信号を端末側に返信して同期確立を完了する。

【0022】一方、指定されたTチャネルに、ある一定以上のパワーの干渉波信号が検出されていた場合、すなわち他のPHS基地局により使用中の場合には、PHS端末は再度リンクチャネル確立要求信号から制御手順を繰返すことになる。

【0023】このようにして、PHSシステムにおいては、干渉波が小さく良好な通信特性が得られるチャネルを用いて、端末と基地局との間で通信チャネルの接続が行なわれている。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】これに対し、複数のアンテナを有する1つの端末とPDMA基地局との間で、同一周波数の複数の空間パスを介して多重通信するMIMO(Multi Input MultiOutput)方式(多入力多出力方式)が提案されている。

【0025】このようなMIMO方式の通信技術については、西村他による「MIMOチャネルでのSDMA下り回線ビーム形成法」(2001年10月の信学技報A-P2001-116, RCS2001-155の第23頁から第30頁)、富里他による「移動通信用MIMOチャネル信号伝達における無線信号処理」(2001年10月の信学技報A-P2001-97, RCS2001-136の第43頁から第48頁)などに詳細に説明されている。

【0026】上述したようなMIMO方式による無線端末と無線基地局との間の通信においては、上りの通信、すなわち、無線端末から無線基地局への通信においては、端末は複数のアンテナから異なる信号を送信する。基地局側では、上りマルチビームを形成し、空間分割受信した上で、異なるパスの信号を検波後に合成することにより、伝送速度を、たとえば倍増させることができる。

【0027】一方、下りの通信の場合、すなわち、無線基地局から無線端末への通信においては、基地局側では

下りマルチビームを形成し、空間分割送信してパスごとに異なる信号を送信する。端末は、複数のアンテナに入力された異なる信号を受信し、検波後に合成することにより、伝送速度を、たとえば倍増させる。

【0028】図16は、このようなMIMO端末PS1と、PDMA基地局CS1との間で、MIMO方式の通信が行なわれている状態を示す概念図である。

【0029】上述したとおり、たとえば、4本のアンテナを有する基地局CS1は、このアンテナの指向性を2つの方向DAおよびDBに向かわせることにより、2つの空間パスを経由して端末PS1から、基地局CS1に到達した信号を受信することができる。逆に、送信する場合は、方向DAおよび方向DBに対して送信指向性を向けることで、この2つの空間パスを経由して、信号を端末PS1に対して送信することが可能となる。一方、端末PS1においては、2本のアンテナを備え、この2つのアンテナから、異なる信号の送受信を行なう。

【0030】したがって、たとえば1つの空間パスにおける通信速度が32kbpsである場合は、2つの通信パスを多重することによって、合計64kbpsで端末PS1と基地局CS1との間で通信を行なうことが可能となる。

【0031】ところで、一般に、携帯電話等において送受信に用いられる変調方式としては、PSK変調を基調とする変調方式のたとえばQPSK変調等が用いられる。

【0032】PSK変調では、搬送波に同期した信号を受信信号に積算することにより検波を行なう同期検波が一般的に行なわれる。

【0033】同期検波においては、変調波中心周波数に同期した複素共役搬送波を局部発振器により生成する。しかし、同期検波を行なう場合に、通常、送信側と受信側の発振器には「周波数オフセット」と呼ばれる周波数誤差が存在する。この誤差によって、受信機側においては受信信号をI-Q平面状に表わした場合、受信信号点の位置が回転してしまうことになる。このため、周波数オフセットを補償しなければ同期検波を行なうことが困難である。

【0034】このような周波数オフセットは、上述したような送受信機の間での局部発振周波数の精度のみならず、設定誤差、温度変動、経時変化等により発生し、受信機に入力される信号にキャリア周波数成分が残留することにより、受信特性が急激に劣化してしまうという問題が生じる。

【0035】したがって、一般には、携帯電話機等においては、このような周波数オフセットを抑制する機構が存在する。

【0036】図17は、このような周波数オフセットが通信品質に与える影響を説明するための概念図である。

【0037】図17に示すとおり、送信側においては、

ベースバンド信号 $S(t)$ に対して、搬送波発振器OSC1から出力されるコサイン波 $\cos(\omega_s t)$ とを乗算器MUL1で積算することで、送信信号を形成し、アンテナ#AN1から信号の送信を行なう。

【0038】一方、受信側では、アンテナ#AN2を介して受信した信号に対して、搬送波発振器OSC2から出力されるコサイン波 $\cos(\omega_s t)$ を乗算器MUL2で積算し、ローパスフィルタLPFを通過させることでベースバンド信号 $q(t)$ を抽出する。

$$S(t) \cos(\omega_s t) \cos(\omega_s t) = 1/2 \times S(t) \{ \cos(\omega_s + \omega_s) t + \cos(\omega_s - \omega_s) t \} \dots (1)$$

このとき、送信側と受信側の搬送周波数が同じ、すなわち、 $\omega_s = \omega_s$ であるならば、上記式(1)は、以下のよ

$$1/2 \{ S(t) \cos(2\omega_s t) + S(t) \} \dots (2)$$

上記式(2)における第1項はローパスフィルタLPFによって除去可能であるため、結局ローパスフィルタ通過後の出力 $q(t)$ は、以下の式で表わされる。

$$【0043】 q(t) = 1/2 \times S(t) \dots (3)$$

したがって、信号 $S(t)$ を抽出することができる。これが同期検波の基本動作である。

【0044】しかし、送信側と受信側で搬送波周波数にずれ(周波数オフセット)が存在すると、信号 $q(t)$ は、信号 $S(t)$ を必ずしも正確に反映した信号でなくなる。このため、受信側での誤り率が増加してしまう。

【0045】一般的には、 $\omega_s = \omega_s$ は成立しないので、周波数オフセットの推定を行なった上で、それを補正することが必要となる。

【0046】周波数オフセットの推定方法としては、たとえばPHSシステムなどにおいては、ユニークワードなどの既知の信号区間において、受信信号と参照信号の位相差を求めることにより、逐次的に周波数オフセットを推定する方法がある。

【0047】このような周波数オフセットの推定と補償の方法については、特開2001-285161号公報(発明の名称:無線装置、出願人:三洋電機株式会社)に開示されている。

【0048】しかしながら、このような周波数オフセットの補正および抑制を、上述したようなMIMO方式における端末装置においては、どのような周波数オフセットを行なうのが妥当であるかが明確でないという問題点があった。

【0049】本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、MIMO方式で信号の送受信を行なう端末装置において、周波数オフセットを補償するための構成を備えた、無線装置を提供することである。

【0050】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するため、単一の他の無線装置との間に複数の空間パスを形成して多入力多出力通信を行うことができる無線装

\*【0039】すなわち、同期検波は受信信号と搬送波を乗算することによって、ベースバンド信号を抽出する検波方式である。以下、同期検波の基本動作をさらに説明する。

【0040】送信側で、信号 $S(t)$ に搬送波 $\cos(\omega_s t)$ を掛けて送信する。受信側で、受信信号 $S(t) \cos(\omega_s t)$ に対して、再生した搬送波 $\cos(\omega_s t)$ を掛けると、以下式が得られる。

\*【0041】

※うに変形される。

【0042】

置であって、複数のアンテナと、同期検波のために搬送波を生成する発振手段と、複数のアンテナからの複数の受信信号に対して、それぞれ搬送波を乗算して検波処理を行うための複数の乗算手段と、複数の乗算手段に共通に設けられ、複数の乗算手段からの信号に基づいて周波数オフセットを推定して、多入力多出力通信が行われている場合、1つの周波数オフセット推定値を算出する周波数オフセット推定手段と、周波数オフセット推定値に基づいて、複数の乗算手段からの信号に対して周波数オフセットの補正処理を行う周波数オフセット補正手段とを備える。

【0051】好ましくは、無線装置が、空間分割多重された複数の通話チャネルを有する信号を受信し、複数の乗算手段は、多入力多出力通信が行われている場合は、複数のアンテナにそれぞれ受信される互いに異なる複数の通話チャネルの信号に対して搬送波を乗算する。

【0052】好ましくは、周波数オフセット推定手段が、複数の通話チャネルのうち、1つの通話チャネルで通信が行われている場合、1つの通話チャネルについての周波数オフセット推定値を算出し、周波数オフセット補正手段は、周波数オフセット推定値に基づいて、1つの通話チャネルについての周波数オフセット補正を行う。

【0053】好ましくは、1つの周波数オフセット推定値が、複数の通話チャネルの信号についての周波数オフセットの平均値である。

【0054】好ましくは、複数のアンテナごとの受信エラーを検出する受信エラー検出手段をさらに備え、1つの周波数オフセット推定値は、複数の通話チャネルの信号についての周波数オフセットについての、受信エラーに基づく重み付け平均値である。

【0055】好ましくは、複数の乗算器からの信号を受けて、最大レベルの信号を出力する乗算手段を選択し、複数の通話チャネルの信号を分離する選択手段をさらに備え、周波数オフセット推定手段は、選択手段からの信号に対して周波数オフセットを推定して、多入力多出

力通信が行われている場合、1つの周波数オフセット推定値を算出し、複数の乗算手段からの信号に対して、アダプティブアレイ処理を行うためのアダプティブアレイ処理部をさらに備え、周波数オフセット補正手段は、周波数オフセット推定値に基づいて、アダプティブアレイ処理部からの信号に対して周波数オフセットの補正処理を行う。

【0056】また、本発明は、単一の他の無線装置との間に複数の空間バスを形成して多入力多出力通信を行うことができる無線装置であって、複数のアンテナと、同期検波のために搬送波を生成する発振手段と、複数のアンテナからの複数の受信信号に対して、それぞれ搬送波を乗算して検波処理を行うための複数の乗算手段と、複数の乗算手段に共通に設けられ、複数の乗算手段からの信号に対して周波数オフセットを推定する周波数オフセット推定手段とを備え、周波数オフセット推定手段は、複数の乗算手段にそれぞれ対応する複数の周波数オフセット推定器と、複数の乗算手段のうちの所定数の乗算器からの信号を用いて、通信を行う状態から、所定数よりも多い乗算器からの信号を用いて通信を行う状態に移行する際に、すでに通信中であった乗算手段に対応する周波数オフセット推定器の出力を、新たに通信を開始する乗算手段に対応する周波数オフセット推定器に初期値として与えるための切換手段とを含み、周波数オフセット推定値に基づいて、複数の乗算手段からの信号に対して周波数オフセットの補正処理を行う周波数オフセット補正手段とを備える。

【0057】したがって、この発明によれば、MIMO方式対応の移動体通信システムの端末または基地局において、サブアレイに分割されたアンテナにより各空間バスでの通信を行う際に、正確な周波数オフセットの推定と補償を行うことが可能になるので、安定したMIMO方式の通信を実現することが可能である。

【0058】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面を参照して詳しく説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0059】〔実施の形態1〕

〔独立した系統で周波数オフセットを補正する構成〕以下、本発明のMIMO端末の構成について説明する前提として、図16で説明したように、たとえば、2つのアンテナを有するMIMO端末CS1が、各アンテナごとに周波数オフセットの推定および補正を行なう場合の、構成および動作について簡単に説明する。

【0060】図1は、このようなMIMO端末装置CS1の構成を説明するための概略ブロック図である。

【0061】MIMO端末装置CS1は、第1の通話チャネル（以下、「第1TCH」と呼ぶ）の信号を送受信するためのアンテナ#1と、第2の通話チャネル（以下、「第2TCH」と呼ぶ）の信号を送受信するための

アンテナ#2と、同期検波のために、搬送波を再生して出力するための搬送波発振器10と、アンテナ#1からの信号と、搬送波発振器からの出力とを乗算するための乗算器12と、アンテナ#2からの信号と、搬送波発振器10からの出力とを乗算するための乗算器14と、乗算器12の出力を受けて、周波数オフセット値を推定するための第1の周波数オフセット推定装置20と、乗算器14からの信号を受けて、周波数オフセット値の推定を行なうための第2の周波数オフセット推定装置22と、乗算器12からの信号を受けて、周波数オフセット推定装置20からの第1の推定値に基づいて、周波数オフセットの補正処理を行なう第1の周波数オフセット補正装置30と、乗算器14からの出力を受けて、第2の周波数オフセット推定装置22からの第2の推定値に基づいて、周波数オフセットの補正処理を行なう第2の周波数オフセット補正装置32と、周波数オフセット補正装置30および32の出力を受けて、復調処理を行ない、ベースバンド信号を抽出するための復調器34とを備える。

【0062】なお、MIMO方式では、第1TCHと第2TCHとは、同一のタイムスロットに対応する異なる空間バスからの信号とすることができる。

【0063】以下では、乗算器12または乗算器14から出力される信号をコンスタレーション平面状の信号であるという意味で、「IQ信号」と呼ぶことにする。また、特に、乗算器12から出力される信号と乗算器14から出力される信号とを区別する必要があるときは、それぞれ「IQ信号1」および「IQ信号2」と呼ぶことにする。

【0064】なお、端末CS1の構成中、図1においては、信号を受信して復調するまでの処理において必要な部分のみを抽出して示しており、実際には、たとえば、端末CS1が携帯電話機である場合は、通話を行なうための音声の変換のための構成や、ユーザインターフェイスや、さらには、信号送信のための構成等が存在するが、図1においては図示省略している。

【0065】また、説明の簡単のために、アンテナは2本としているが、より本数は多くてもよい。この場合は、より多くの通話チャネルを用いて、MIMO方式の送受信を行うことが可能になる。

【0066】図2は、図1に示した端末CS1の動作を説明するためのフローチャートである。

【0067】図1および図2を参照して、受信処理が開始されると（ステップS100）

まず、処理対象となるチャネルを特定するための変数cの値が1に初期設定される（ステップS102）。

【0068】続いて、チャネルcが通信中であるか否かの判定が行なわれる（ステップS104）。

【0069】チャネルcが通信中である場合は、次に、オフセット初期値 $\theta_{init}$ の値を0に設定する（ステップ



S106)。

【0070】続いて、チャンネルcに対する受信IQ信号S[c]から周波数オフセット初期値 $\theta_{init}$ を推定する(ステップS108)。

【0071】続いて、チャンネルcに対する受信IQ信号S[c]とその参照信号から、周波数オフセット $\theta$ [c]を逐次的に推定する(ステップS110)。

【0072】チャンネルcに対する受信IQ信号S[c]を、推定したオフセット値 $\theta$ [c]により補正する(ステップS112)。

【0073】続いて、変数cの値が1だけインクリメントされる(ステップS114)。その上で、変数cの値が通話中のチャンネル数以下であるか、言い換えると、図1に示した構成では、cの値が3未満であるか否かの判定が行われる(ステップS116)。

【0074】変数cの値がチャンネル数に満たない場合は、さらに、処理はステップS104に復帰する。

【0075】一方、変数cの値が通話中のチャンネル数を超える場合は、処理は終了する(ステップS120)。

【0076】なお、ステップS104において、チャンネルcが通話中でない場合は(ステップS104)、処理はステップS114に移行する。

【0077】以上のような構成とすることで、MIMO方式での信号の送受信が可能な端末CS1において、周波数オフセットを推定して、各チャンネルごとに受信した信号の補正を行なうこと自体は可能となる。

【0078】しかしながら、図1および図2で説明したような端末CS1の構成では、アンテナ#1で通信中の第1TCHと、アンテナ#2で通信中の第2のTCHで別々に周波数オフセットの推定を行なうことになる。このため、受信エラーなどによって、一方の推定誤差が大きくなったとしても、その誤差を補正することができないという問題がある。

【0079】さらに、第2TCH起動時の推定誤差が大きくなるため、受信エラーが発生しやすいという問題がある。

【0080】[本発明に係るMIMO端末装置の構成] 本発明に係るMIMO端末装置では、上述したような図1に示した端末装置CS1の問題点を解決する構成を提供する。

【0081】図3は、本発明の実施の形態1のMIMO端末装置1000の構成を説明するための概略ブロック図である。

【0082】なお、図3においても、たとえば、端末装置1000が携帯電話機等である場合に必要とされる音声変換のための構成や、ユーザインターフェイスや、送信のための構成等は図示省略されている。

【0083】なお、本発明は、必ずしもこのような携帯電話機に限定されるものではなく、たとえば、パーソナルコンピュータのPCカードスロットに挿入されて、M

IMO方式で送受信を行なうための無線装置や、あるいはパーソナルコンピュータ等の機器内に、予め作り込まれた構成として、MIMO方式の通信を実現する無線装置に適用されてもよい。

【0084】図3を参照して、図3に示した端末装置1000の構成が、図1に示した端末装置CS1の構成と異なる点は、以下のとおりである。

【0085】すなわち、図3に示した端末装置1000では、乗算器12の出力と乗算器14の出力とを、2つの信号伝達系統に対して共通に設けられた周波数オフセット推定装置100が受けて、周波数オフセット推定装置100が、第1の周波数オフセット補正装置30および第2の周波数オフセット補正装置32に対して、周波数オフセットの推定値をそれぞれ与える構成となっている点である。

【0086】その他の構成は、図1に示した端末装置CS1の構成と同様であるので、同一部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0087】図4は、図3に示した端末装置1000中の周波数オフセット推定装置100の構成を説明するための概略ブロック図である。

【0088】図4を参照して、周波数オフセット推定装置100は、乗算器12からのIQ信号1を受け、周波数オフセットの計算を行なう周波数オフセット計算機102と、乗算器14からのIQ信号2を受けて、周波数オフセットを算出するための周波数オフセット計算機104と、周波数オフセット計算機102および104からの出力を受けて、両者のオフセット値の平均値である周波数オフセット推定値 $\theta$ を計算するための計算機106と、計算機106の出力と、周波数オフセット計算機102の出力とを受けて、一方を選択的に出力するためのスイッチ108と、計算機106の出力と、周波数オフセット計算機104の出力を受けて、一方を選択的に出力するためのスイッチ110とを備える。

【0089】後に説明するように、スイッチ108は、両チャンネルとも通信中であって、MIMO方式での通信を行なっている場合は、計算機106の出力を、第1TCHのみでの通話が行なわれている場合は、周波数オフセット計算機102の出力を選択して出力する。

【0090】同様に、スイッチ110は、MIMO方式での通信が行なわれている場合は、計算機106からの出力を、第2TCHでの通話が行なわれている場合は、周波数オフセット計算機104からの出力を選択して出力する。

【0091】図5は、図4で説明した周波数オフセット推定装置100の動作を説明するための第1のフローチャートである。

【0092】まず、上述した参照信号区間の信号系列は、ブリアンブル信号区間と、これに続くユニークワード区間とを含むものとする。

【0093】図5の処理を簡単に説明すると、周波数オフセットの初期値の推定を行なう場合は、ブリアンブル信号区間は特定の信号の繰返しであることを利用する。つまり、周波数オフセットがない場合は、あるシンボルと所定のシンボル後の信号、たとえば、8シンボル後のシンボルの位相が一致することになる。この特性により、初期値の推定を行なっている。

【0094】一方、ブリアンブル区間後のユニークワード区間での周波数オフセット値の推定においては、周波数オフセットがない場合は、受信信号のシンボルと参照信号（PR、UW）のシンボルの位相は一致するはずである。この特性により、周波数オフセットの推定を行なっている。

【0095】図5を参照して、オフセット推定処理が開始されると（ステップS200）、通話チャンネルを特定するための変数cの値が1に設定される（ステップS202）。

【0096】続いて、チャンネルcが通信中であるか否かの判定が行なわれる（ステップS204）。

【0097】チャンネルcが通信中である場合、オフセット周波数の初期値 $\theta_{init}$ が0に設定され、一方、ブリアンブル部の先頭シンボルであることを示す定数start\_PRに変数sが設定される（ステップS206）。

【0098】続いて、変数sの値がブリアンブル部の終端シンボルを示す値end\_PRから7を引いた値（end\_PR-7）よりも小さいか否かの判定が行なわれる。

【0099】変数sの値が、（end\_PR-7）という値よりも小さい場合は、s番目の受信シンボルと、s+8番目の受信シンボルの位相差 $\Delta\theta_s$ を計算する（ステップS210）。続いて、変数sの値が1だけインクリメントされて（ステップS212）、処理はステップ208に復帰する。

【0100】一方、ステップS208において、変数sの値が（end\_PR-7）という値以上である場合は、オフセット周波数の初期値 $\theta_{init}$ の値が、位相差 $\Delta\theta_s$ の平均値の値に設定される。一方、変数sは、再び、ブリアンブル部先頭シンボルの位置を示す定数start\_PRの値に設定される。さらに、チャンネルcについての周波数オフセット推定値 $\theta[c]$ の値として、初期値 $\theta_{init}$ が設定される（ステップS220）。

【0101】次に、変数sの値が、ユニークワード部終端シンボルの位置を示す定数end\_UW-1よりも小さいか否かの判定が行なわれる（ステップS222）。

【0102】変数sの値が、ユニークワード部終端シンボルの位置を示す値（end\_UW）よりも1だけ小さい値（end\_UW-1）の値よりも小さい場合は、s番目の受信シンボルの位相から、チャンネルcについての周波数オフセット $\theta[c]$ の位相回転分と初期値 $\theta_{init}$ の位相（初期位相）とを引いた値と、s番目の参照信号

シンボルとの位相差 $\Delta\theta_s$ の計算が行なわれる（ステップS224）。

【0103】次に、チャンネルcについての周波数オフセット推定値 $\theta[c]$ の値として、 $\theta[c]$ に、所定のステップ係数 $\mu step$ に $\Delta\theta_s$ の値を掛け加えたものが代入される（ステップS226）。

【0104】続いて、変数sの値が1だけインクリメントされて（ステップS228）、処理はステップS222に復帰する。

【0105】一方、ステップS222において、変数sの値が、ユニークワード終端シンボルの位置を示す定数end\_UWよりの1だけ小さい値以上である場合は、チャンネルを指定するための変数cの値が1だけインクリメントされ（ステップS230）、続いて、変数cの値が通信可能なチャンネルの数以下であるかの判定、すなわち、この実施の形態の場合は、変数cの値が3未満であるか否かの判定が行なわれる（ステップS232）。

【0106】変数cの値が通信可能なチャンネルの数以下である場合は、処理はステップS204に復帰する。一方、ステップS232において、変数cの値が、通信可能なチャンネル数を超える場合は、処理は次のステップS240に移行する。

【0107】図6は、オフセット周波数推定装置100の動作を説明するための第2のフローチャートである。

【0108】ステップS232において、チャンネル数を表わす変数cの値が通信可能なチャンネル数を超えていると判定された場合は、続いて両方のチャンネルで通信中であるか否かの判定が行なわれる（ステップS240）。両方のチャンネルで通信中である場合、すなわち、MIMO方式での通信が行なわれている場合は、オフセット周波数 $\theta$ の値として、 $(\theta[1] + \theta[2]) / 2$ が代入される。すなわち、周波数オフセット値としては、2つのチャンネルの周波数オフセット値の平均値が代入されることになる。

【0109】この後、第1番目の周波数オフセット補正装置30に与えられる推定値 $\theta[1]$ の値として、平均値 $\theta$ が代入され（ステップS244）、第2の周波数オフセット補正装置32に対して与えられる推定値 $\theta[2]$ の値としても平均値 $\theta$ の値が代入される（ステップS246）。

【0110】続いて、推定した周波数オフセット値によって、第1および第2の周波数オフセット補正装置30および32が受信IQ信号の補正を行なう（ステップS250）。

【0111】以上により、周波数オフセットの推定および補正処理が終了する（ステップS252）。

【0112】一方、ステップS240において、両チャンネルで通信中でない場合、すなわち、一方の通話チャンネルにおいてのみ通話中であって、通常の通話ないし通信が行なわれている場合は、処理はステップS250に移

行する。このときは、ステップ S250 では、通信中のチャンネルのみに対して、第 1 の周波数オフセット計算機 102 または第 2 の周波数オフセット計算機 104 で算出された周波数オフセットの値が、対応する第 1 または第 2 の周波数オフセット補正装置 30 および 32 のいずれか一方に与えられる。

【0113】すなわち、MIMO 端末では、2 つのチャンネルで同じ搬送波を使用するため、第 1 TCH の周波数オフセット値と、第 2 TCH の周波数オフセット値は原理的には全く同じ値を有しているはずである。したがって、第 1 TCH の情報と、第 2 TCH の情報を用いてその平均値を得ることで、周波数オフセット推定を行なうことにより、推定精度を向上させることが可能となる。

【0114】つまり、周波数オフセット推定装置 100 は、MIMO 方式での通信が行なわれている期間中は、周波数オフセット値を、第 1 TCH の周波数オフセット値と、第 2 TCH 周波数オフセット値の平均値として、計算機 106 で算出された値を用いるのに対し、一方のチャンネルのみで通信している場合は、通常のチャンネルに対するオフセット値をそのまま出力する。

【0115】以上のような構成とすることで、MIMO 方式で通信中において、周波数オフセット推定装置 100 における推定誤差を小さくすることが可能となる。

【0116】〔実施の形態 2〕図 7 は、本発明の実施の形態 2 の周波数オフセット推定装置 200 の構成を説明するための概略ブロック図である。

【0117】周波数オフセット推定装置 200 は、図 3 に示した周波数オフセット推定装置 100 の代わりに用いることが可能なものである。

【0118】ただし、実施の形態 2 においては、MIMO 端末装置 1000 は、実施の形態 1 の MIMO 端末装置 1000 の構成に加えて、さらに、復調器 34 から、\*

$$w1 = (1 - e1) / \{ (1 - e1) + (1 - e2) \}$$

$$w2 = (1 - e2) / \{ (1 - e1) + (1 - e2) \} \dots (4)$$

以上のような構成とすれば、より誤り率の低いチャンネルで通信を行なっているチャンネルについての周波数オフセット推定値が優先されて、第 1 および第 2 の周波数オフセット補正装置 30 および 32 に与えられる推定値が計算されることになる。したがって、より正確な周波数オフセット値の算出が可能となる。

【0126】さらに、一方のチャンネルのみで通信している場合は、通信していないチャンネルのフレームエラーレートは 1 となるので、通信中のチャンネルに対するオフセット値がそのまま出力されることになる。

【0127】図 8 は、図 7 で説明した周波数オフセット推定装置 200 の動作を説明するためのフローチャートである。

【0128】図 8 を参照して、周波数オフセットの推定処理が開始されると、まず、図 5 において説明したのと同様の手続に従って、第 1 の通話チャンネルに対する周波

\* 第 1 TCH の復調信号と第 2 TCH の復調信号とを受けて、それぞれの通話チャンネルに対して、受信エラーの測定を行なう受信エラー測定器 210 を備えるものとする。

【0119】図 7 に示した周波数オフセット推定装置 200 においては、第 1 の周波数オフセット計算機 102 からの出力から与えられる第 1 のオフセットの値は、乗算器 202 において、重み係数  $w1$  と乗算される。

【0120】一方、第 2 の周波数オフセット計算機 104 から出力される第 2 のオフセット値は、第 2 の重み係数  $w2$  と乗算器 204 により乗算される。

【0121】乗算器 202 および 204 からの出力は、加算器 206 により加算されて、オフセット推定値として、第 1 および第 2 の周波数オフセット補正装置 30 および 32 にそれぞれ与えられる。

【0122】ここで、上述した重み係数  $w1$  および  $w2$  は、受信エラー測定器 210 が各通話チャンネルについて受信エラーの測定を行なった結果に基づいて、重み計算機 220 が計算する。

【0123】より詳しく説明すると、図 6 に示した周波数オフセット推定装置 200 においては、各通話チャンネルについてそれぞれ算出された誤り率に基づいて、第 1 の周波数オフセット計算機 102 で計算されたオフセット値と第 2 の周波数オフセット計算機 104 で計算された第 2 のオフセット値とに対して、重み付けを行なった上で加算する処理が行なわれる。

【0124】たとえば、第 1 チャンネルのフレームエラーレート (FER) を  $e1$  とし、第 2 チャンネルのフレームエラーレート FER を  $e2$  とした場合、以下の式で定められるように重み係数  $w1$  および  $w2$  を決定する。

【0125】

数オフセット推定値  $\theta [1]$  および第 2 の通話チャンネルに対応する周波数オフセットの推定値  $\theta [2]$  の推定を行なう (ステップ S300)。

【0129】続いて、受信エラー測定器 210 が、第 1 TCH および第 2 TCH のそれぞれについて、エラー情報の取得を行なう (ステップ S302)。

【0130】さらに、重み計算機 220 は、上述した重み係数の計算式に従って、重み係数  $w1$ 、 $w2$  の計算を行なう (ステップ S304)。

【0131】続いて、乗算器 202 および 204 は、重み計算機 220 により算出された重み係数  $w1$  および  $w2$  を、周波数オフセット計算機 102 および 104 からのオフセット推定値  $\theta [1]$  および  $\theta [2]$  に対してそれぞれ乗算することで、重み平均を行なった周波数オフセット推定値  $\theta$  を算出する (ステップ S306)。

【0132】以上のような計算により、まず、第 1 の周

波数オフセット補正装置30に対して与えられる第1の周波数オフセット推定値 $\theta[1]$ に、重み平均 $\theta$ が設定され(ステップS308)、第2の周波数オフセット補正装置32に対して与えられる周波数オフセット推定値 $\theta[2]$ に対して、重み平均値 $\theta$ が設定される(ステップS310)。

【0133】周波数オフセット補正装置30および32は、それぞれ推定した周波数オフセット値 $\theta$ によって受信IQ信号を補正する(ステップS312)。

【0134】以上により、周波数オフセットの推定および補正処理が終了する(ステップS320)。

【0135】このような構成とすれば、より受信状態のよい通話チャネルの受信信号に基づいて、周波数オフセットの推定を行なうことができ、MIMO方式で通話中であっても、より高い精度で周波数オフセットの推定および補正を行なうことが可能となる。

【0136】【実施の形態3】図9は、本発明の実施の形態3の周波数オフセット推定装置300の構成を説明するための概略ブロック図である。

【0137】周波数オフセット推定装置300は、図3に示した周波数オフセット推定装置100の代わりに用いることが可能なものである。

【0138】図9および図3を参照して、周波数オフセット推定装置300において、第1の周波数オフセット計算機102は、乗算器12からのIQ信号1を受けて、周波数オフセットの推定を行なう。一方、第2の周波数オフセット計算機104は、乗算器14からのIQ信号2を受けて、周波数オフセットの推定を行なう。

【0139】周波数オフセット推定装置300は、第2の周波数オフセット計算機104からの出力、特に、初期周波数オフセット値を受けて、第1の周波数オフセット計算機102に対して選択的に与えることが可能なスイッチ302と、第1の周波数オフセット計算機102の出力、特に初期周波数オフセット値を受けて、第2の周波数オフセット計算機104に対して選択的に与えることが可能なスイッチ304とを備える。

【0140】ここで、まず、第1TCHで通話中ないし通話中であって、通常の通話ないし通話が行なわれているものとする。この状態に加えて、さらに、第2TCHを起動して、MIMO方式での通信を開始し、通話を行なう場合を考える。

【0141】上述したとおり、第2TCHを起動したときには、この第2TCHの通信状態が安定するまでは、この第2のTCHからの受信信号に基づいて推定される周波数オフセット値には誤差が大きな値となっている。

【0142】ところが、図9に示すような構成とすることで、第2TCHを起動するとき、すなわち、最初の同期バースト受信の際の初期周波数オフセット値は、第1TCHの周波数オフセット値を用いることが可能となる。

【0143】第1TCHの周波数オフセット推定値は、上述したとおりMIMO方式では、本来第2のTCHのオフセット値に近い値を有しているはずであり、この値を初期値として用いることで、推定値を速く収束させることが可能となる。

【0144】図10は、図9に示した周波数オフセット推定装置300の動作を説明するためのフローチャートである。

【0145】図10を参照して、周波数オフセットの推定処理が開始されると(ステップS400)、まず、チャンネル1(第1TCH)が通信中であるか否かの判定が行われる(ステップS402)。

【0146】チャンネル1で通信中である場合は、続いて、周波数オフセット値の初期推定値 $\theta_{init}$ の値が0に設定される(ステップS404)。

【0147】さらに、チャンネル1に対する受信IQ信号S[1]から周波数オフセット初期値 $\theta_{init}$ の推定が行なわれる(ステップS406)。

【0148】次に、チャンネル1に対する受信IQ信号S[1]とその参照信号から、周波数オフセット $\theta[1]$ を逐次的に推定する(ステップS408)。

【0149】続いて、チャンネル2(第2TCH)が通信中であるか否かの判定が行なわれる(ステップS410)。

【0150】チャンネル2でも通信中である場合、さらに、最初の同期バースト受信であるか否かの判定が行なわれる(ステップS412)。

【0151】最初の同期バースト受信でない場合、チャンネル2に対する受信IQ信号S[2]から周波数オフセット初期値 $\theta_{init}$ の推定が行なわれる(ステップS414)。

【0152】次に、チャンネル2に対する受信IQ信号S[2]とその参照信号から、周波数オフセット $\theta[2]$ を逐次的に推定する(ステップS416)。

【0153】ここで、ステップS412において、最初の同期バースト受信である場合は、オフセット初期値 $\theta_{init}$ の値として、チャンネル1に対する周波数オフセット推定値 $\theta[1]$ の値が設定され、処理はステップS416に移行する。

【0154】ステップS416の処理が終了するか、ステップS402において、チャンネル1が通信中でない場合か、あるいはステップS410において、チャンネル2が通信中でない場合は、さらに受信IQ信号の補正が推定されたオフセット推定値に基づいて行なわれる(ステップS418)。

【0155】以上の処理により、周波数オフセットの推定処理および周波数オフセットの補正処理が終了する(ステップS420)。

【0156】以上のような処理を行なうことで、MIMO端末が一方の通話チャネルにおいて通話中である状態

から、2つの通話チャネルを用いて、MIMO方式で通信を行なう状態に切替わる過渡状態においても、安定に周波数オフセットの推定を行なうことが可能となる。

【0157】[実施の形態4]以上の説明は、MIMO方式で通信を行なうことが可能な無線端末の構成について説明した。以下では、MIMO方式で通信を行なうことが可能な無線基地局の構成について説明する。

【0158】図11は、このようなMIMO無線基地局3000の構成を説明するための概略ブロック図である。

【0159】図11を参照して、MIMO基地局装置3000は、外部との間で信号の送受信を行なうためのアンテナ#1～#4と、無線基地局における受信動作において、搬送波を再生して出力するための搬送波発振器3010と、アンテナ#1～#4にそれぞれ対応して設けられ、アンテナ#1～#4からの信号と、搬送波発振器3010の出力とを乗算するための乗算器3020、1～3020、4と、乗算器3020、1～3020、4の出力を受けて、通信中の端末からの信号の到来タイミングを検出するための同期処理装置3030と、同期処理装置3030からの出力に基づいて、アダプティブアレイ処理を行ない、所定の受信指向性をもって受信信号の分離を行なうためのアダプティブアレイ処理部3040と、同期処理装置3030から出力される各アンテナからのIQ信号に基づいて、各アンテナごとに、受信レベルを検出して、最大受信レベルのアンテナを選択し、4つのアンテナ#1～#4のうち、最大の受信レベルを有するアンテナからの信号に基づいて、第1の空間バスの信号、すなわち、第1TCH信号と、第2の空間バス、すなわち第2TCH信号とを分離する最大受信レベルアンテナ選択部3050と、最大受信レベルアンテナ選択部3050により分離された第1TCH信号および第2TCH信号に基づいて、それぞれの通話チャネルについて、周波数オフセットを推定するための周波数オフセット推定装置3060と、周波数オフセット推定装置3060からの推定結果に基づいて、アダプティブアレイ処理部3040からの第1TCH信号について、周波数オフセットの補正を行なう周波数オフセット補正装置3100、1と、アダプティブアレイ処理部3040からの信号を受けて、周波数オフセット推定装置3060からの周波数オフセット推定値に応じて、周波数オフセットの補正を行なうための周波数オフセット補正装置3100、2と、周波数オフセット補正装置3100、1および3100、2の出力を受けて、それぞれ通話チャネルに対する信号の復調処理を行なう復調器3110とを備える。

【0160】なお、図11に示したMIMO基地局装置3000においても、受信に必要な構成部のみを示し、たとえば、送信に必要な構成部分については図示省略している。

【0161】次に、図11の同期処理装置3030の動作について説明する。図12は、MIMO方式の無線端末PS1と無線基地局3000との間で送受信される信号の処理タイミングを説明するための概念図である。

【0162】まず、MIMO方式では、通常のPHS端末および基地局の構成と異なり、それぞれのチャネル(第1TCHと第2TCH)で異なったユニークワードを使用する。

【0163】したがって、受信信号のサンプルに対して2つのユニークワードを用いて相関同期をとれば、それぞれのユニークワードについて1つずつピークが現れ、2つの同期信号を得ることができる。

【0164】図12において、サンプル $r_0 \sim r_9$ は、それぞれ時系列的に受信される信号を所定のタイミングでサンプリングした信号である。また、図12においては、第1TCHの同期タイミング(先頭信号の到来タイミング)がサンプル $r_2$ のタイミングであり、第2TCHの同期タイミングがサンプル $r_5$ のタイミングである。

【0165】この信号が4倍オーバーサンプリングされる信号だとすると、第1TCH同期信号は、 $\{r_2, r_6, r_{10}, r_{14}, r_{18}, \dots\}$ の値となり、第2TCH同期信号は、 $\{r_5, r_9, r_{13}, r_{17}, r_{21}, \dots\}$ となる。

【0166】仮に、第1TCHと第2TCHが全く同じ受信タイミングで受信されたとしても、それぞれ別のユニークワードUWを用いて周波数オフセット推定を行なうこととすれば、これら2つのチャネルのそれぞれについて、周波数オフセットを推定することが可能となる。

【0167】以上のような構成とすることで、周波数オフセットの推定自体は、複数本あるアンテナ、たとえば4本のアンテナのうちから最大の受信レベルで受信している信号に基づいて、オフセット値の推定を行なうので、より高い精度で周波数オフセットの推定を行なうことが可能となる。

【0168】しかも、周波数オフセット推定装置3060の構成は、実施の形態1や実施の形態2で説明した周波数オフセット推定装置100または200と同様の構成とすることができるので、実施の形態1または実施の形態2と同様に、正確に周波数オフセットの推定を行なうことができる。

【0169】つまり、MIMO基地局で受信する信号第1TCHおよび第2TCHは、同じ端末から送信される信号であるため、周波数オフセットの値自体は原理的に同じ値を有しているものと推定される。

【0170】したがって、端末装置の場合と同様に、2つのチャネル情報をもとに、周波数オフセットの推定を行なうことで、より高い精度で、周波数オフセットの推定値を得て、周波数オフセットの補正を行なうことが可能となる。

21

【0171】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0172】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、MIMO方式対応の移動体通信システムの端末または基地局において、サブアレイに分割されたアンテナにより各空間バスでの通信を行う際に、正確な周波数オフセットの推定と補償を行うことが可能になるので、安定したMIMO方式の通信を実現することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 MIMO端末装置CS1の構成を説明するための概略ブロック図である。

【図2】 図1に示した端末CS1の動作を説明するためのフローチャートである。

【図3】 本発明の実施の形態1のMIMO端末装置1000の構成を説明するための概略ブロック図である。

【図4】 図3に示した端末装置1000中の周波数オフセット推定装置100の構成を説明するための概略ブロック図である。

【図5】 図4で説明した周波数オフセット推定装置100の動作を説明するための第1のフローチャートである。

【図6】 オフセット周波数推定装置100の動作を説明するための第2のフローチャートである。

【図7】 本発明の実施の形態2の周波数オフセット推定装置200の構成を説明するための概略ブロック図である。

【図8】 図7で説明した周波数オフセット推定装置200の動作を説明するためのフローチャートである。

【図9】 本発明の実施の形態3の周波数オフセット推定装置300の構成を説明するための概略ブロック図である。

10

20

30

\*

22

\*【図10】 図9に示した周波数オフセット推定装置300の動作を説明するためのフローチャートである。

【図11】 MIMO無線基地局3000の構成を説明するための概略ブロック図である。

【図12】 MIMO方式の無線端末PS1と無線基地局3000との間で送受信される信号の処理タイミングを説明するための概念図である。

【図13】 周波数分割多重接続、時分割多重接続および空間多重分割接続の各種の通信システムにおけるチャネルの配置図である。

【図14】 端末とPDMA基地局との間で授受される信号の構成を説明するための概念図である。

【図15】 PHSの通話シーケンスフローを示す図である。

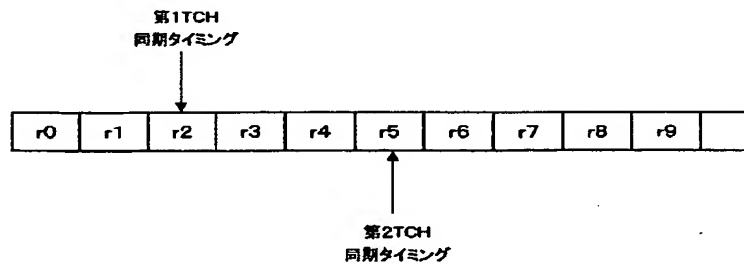
【図16】 MIMO端末PS1と、PDMA基地局CS1との間で、MIMO方式の通信が行なわれている状態を示す概念図である。

【図17】 周波数オフセットが通信品質に与える影響を説明するための概念図である。

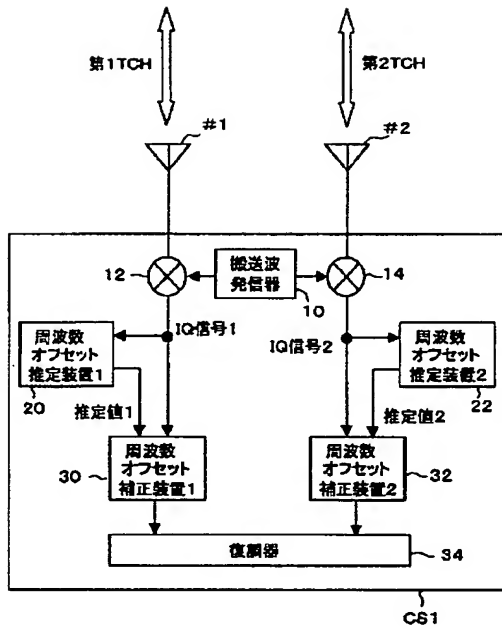
【符号の説明】

#1～#4 アンテナ、10 搬送波発振器、12、14 乗算器、20 第1の周波数オフセット推定装置、22 第2の周波数オフセット推定装置、30 第1の周波数オフセット補正装置、32 第2の周波数オフセット補正装置、34 復調器、100、200、300 周波数オフセット推定装置、102、104 周波数オフセット計算機、106 計算機、210 受信エラー測定器、220 重み計算機、302、304 スイッチ、1000 MIMO端末装置、3000 MIMO基地局、3010 搬送波発信器、3020、1～3020、4 乗算器、3030 同期処理装置、3040 アダプティブアレイ処理部、3050 最大受信レベルアンテナ選択部、3060 周波数オフセット推定装置、3100、1～3100、2 周波数オフセット推定装置。

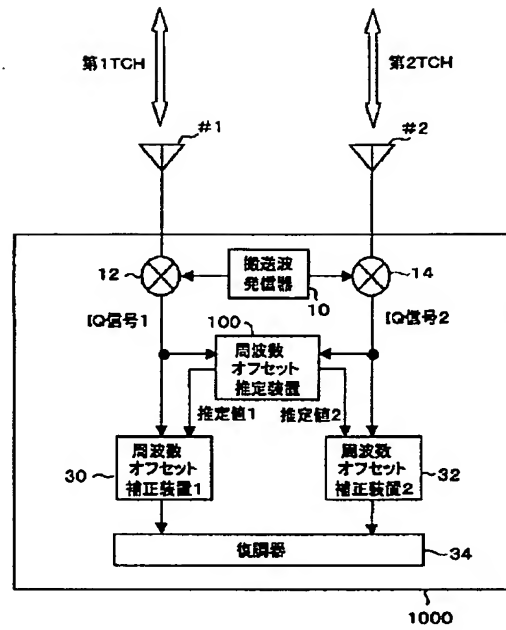
【図12】



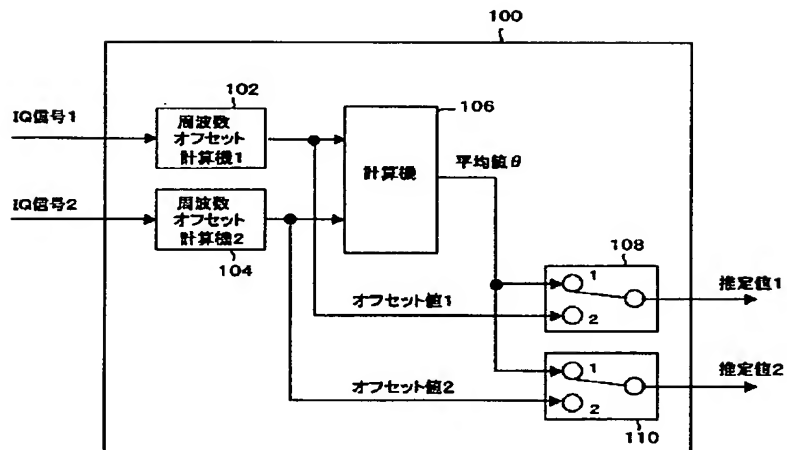
【図1】



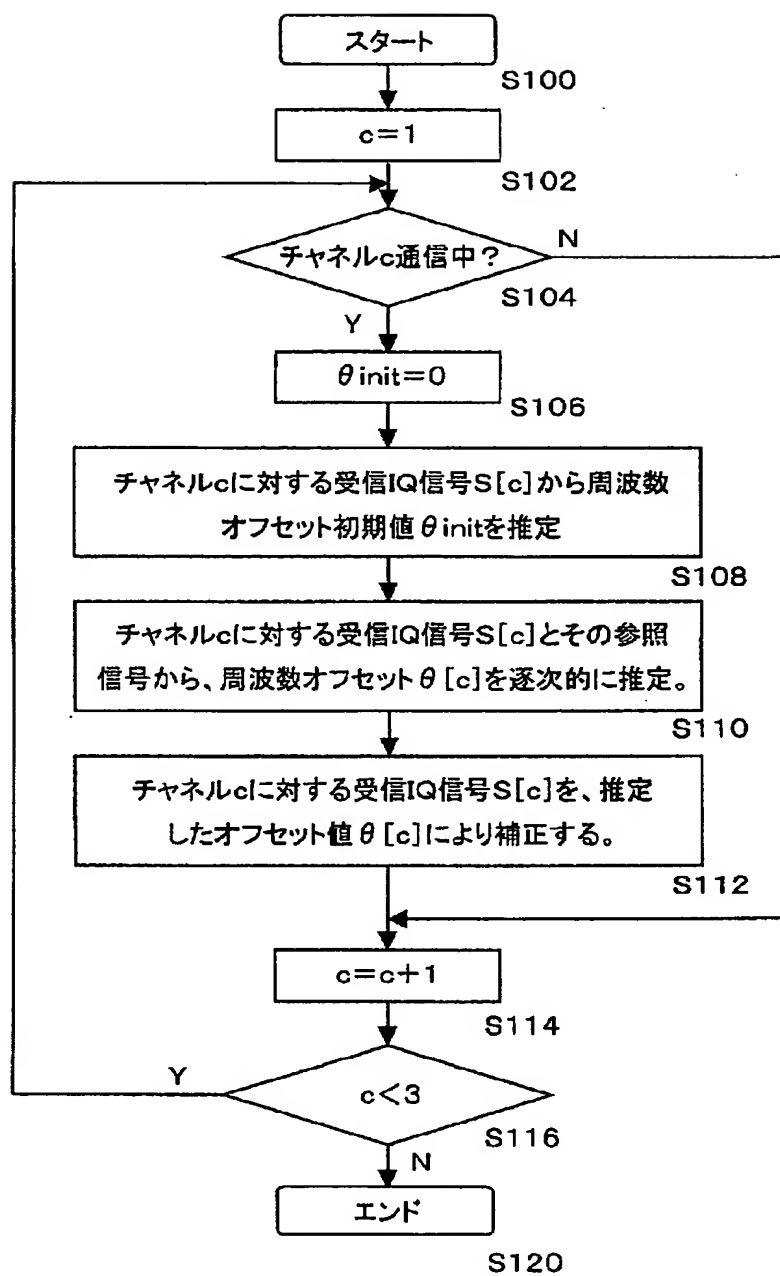
【図3】



【図4】

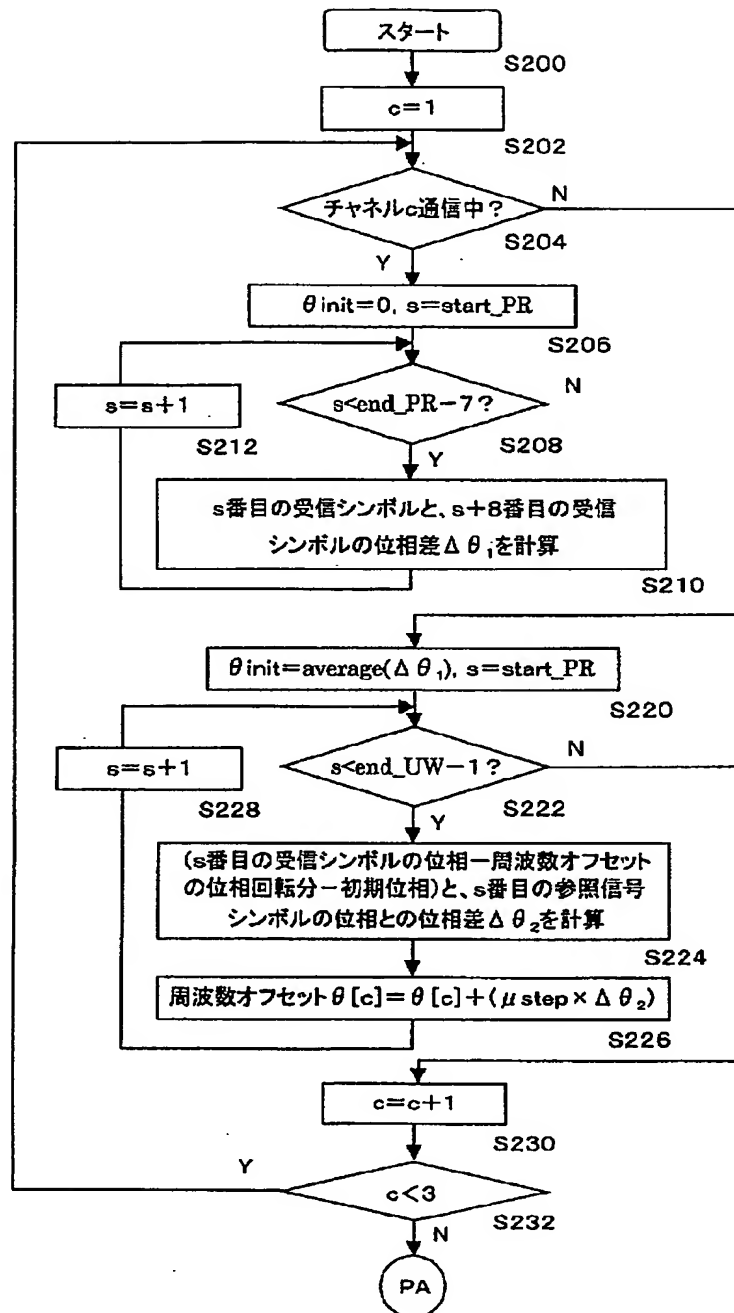


【図2】

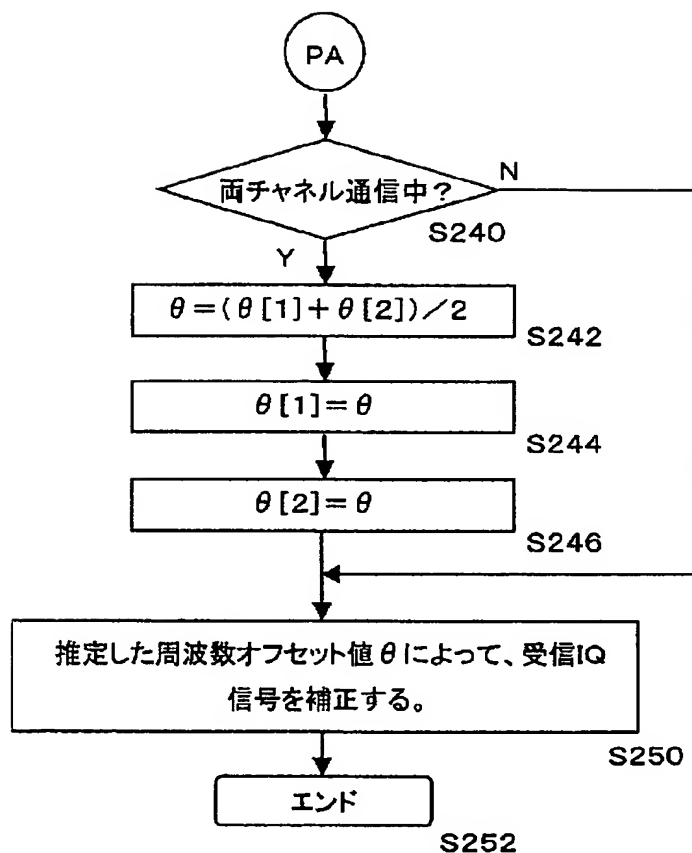




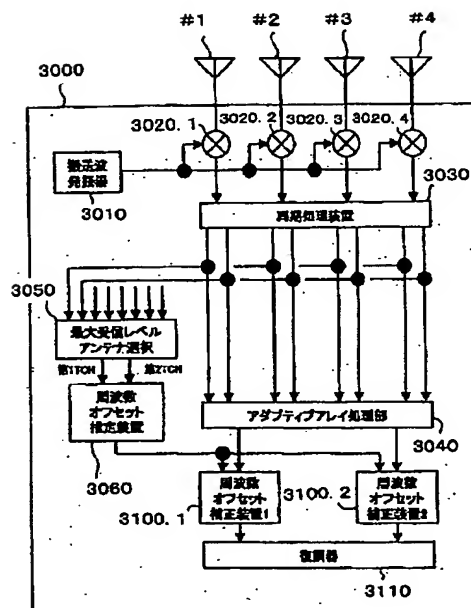
【図5】



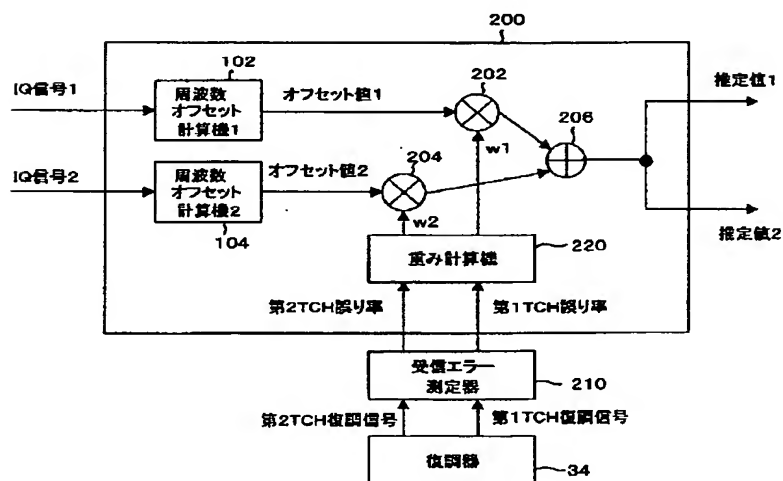
【図6】



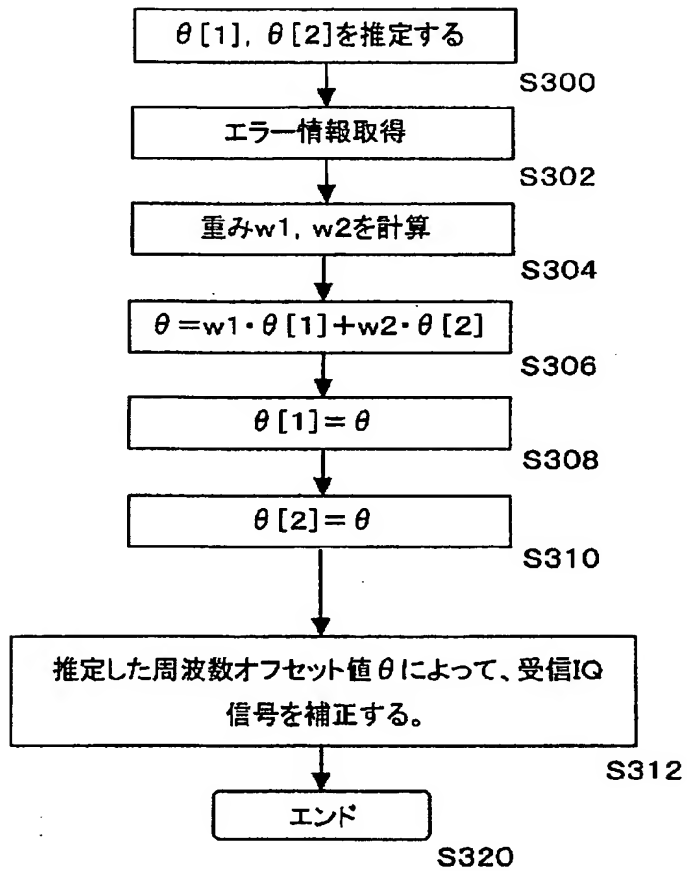
【図11】



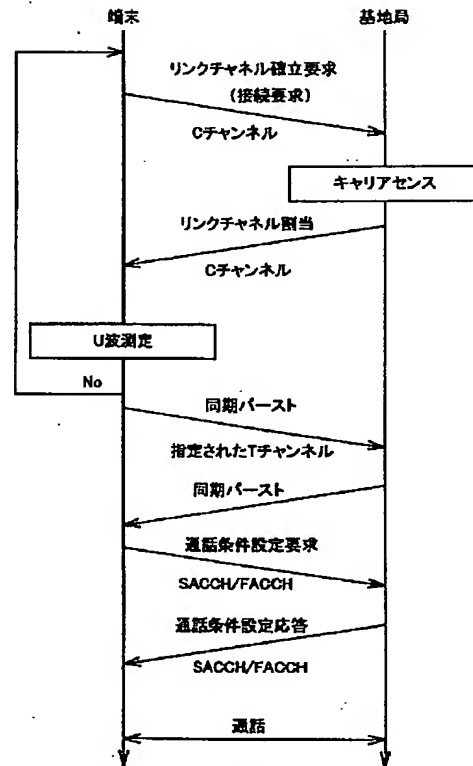
【図7】



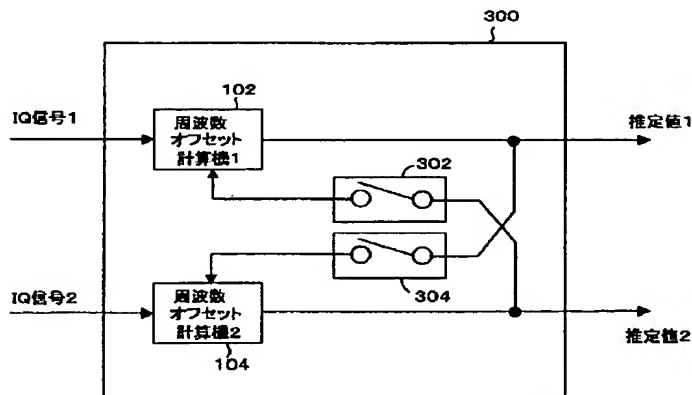
【図8】



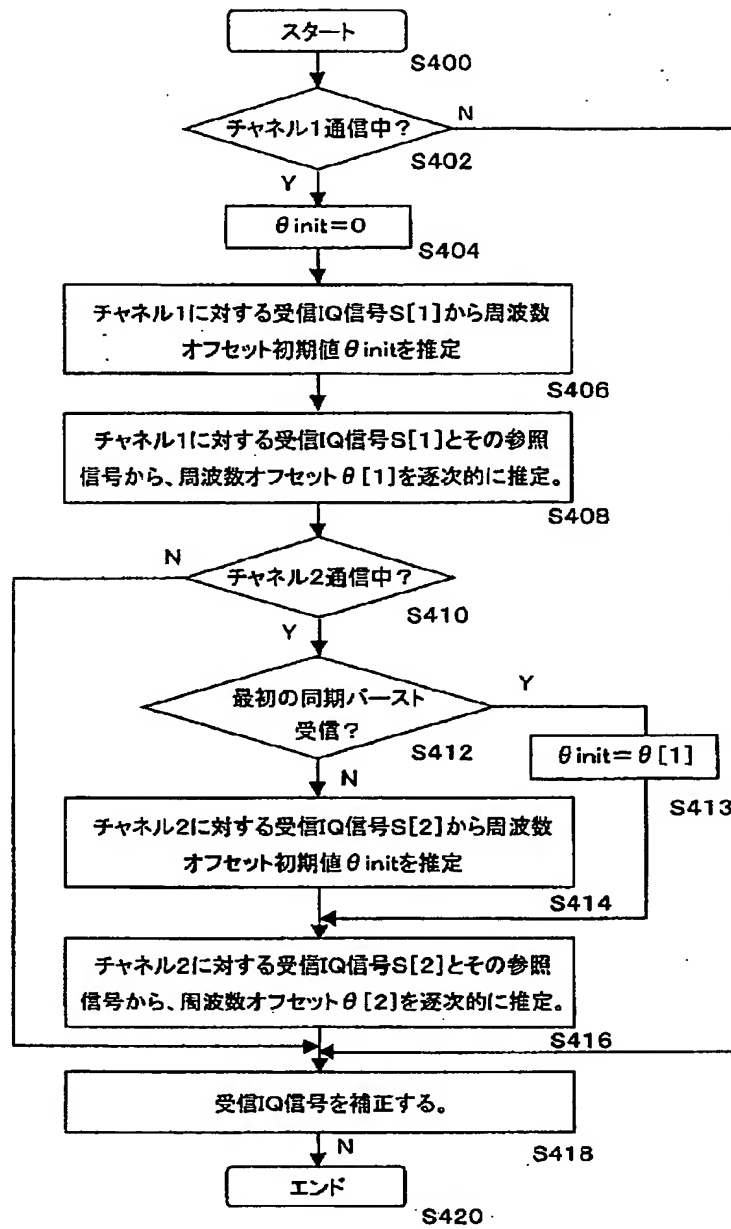
【図15】



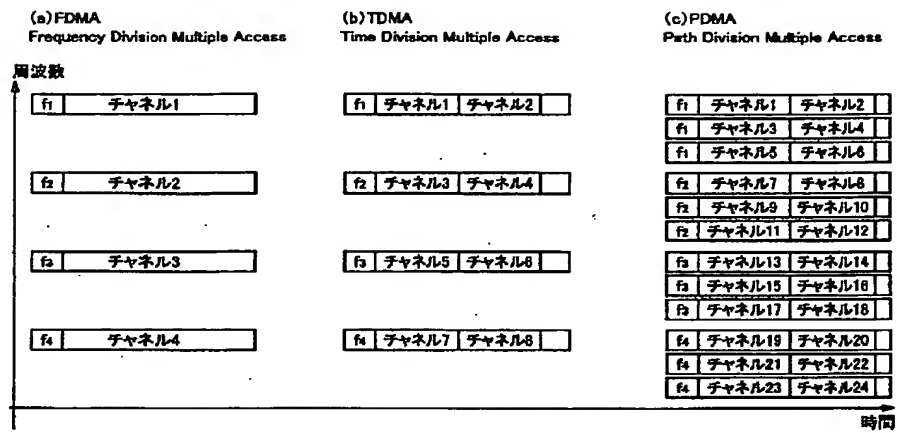
【図9】



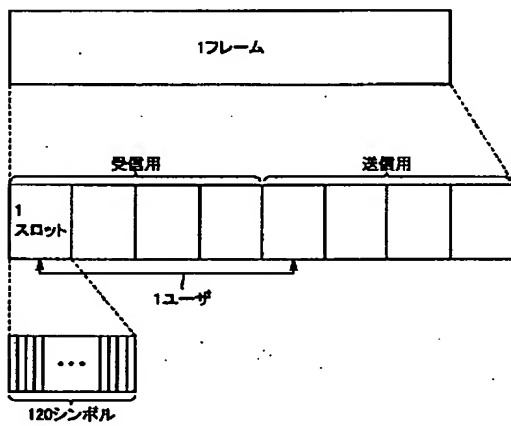
【図10】



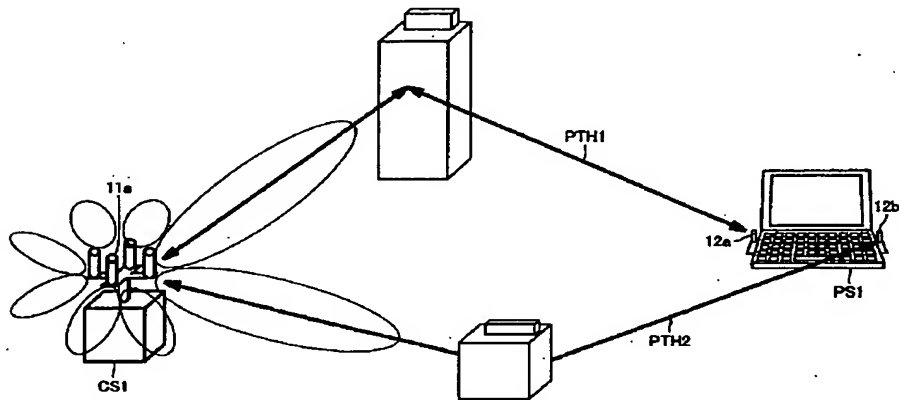
【図13】



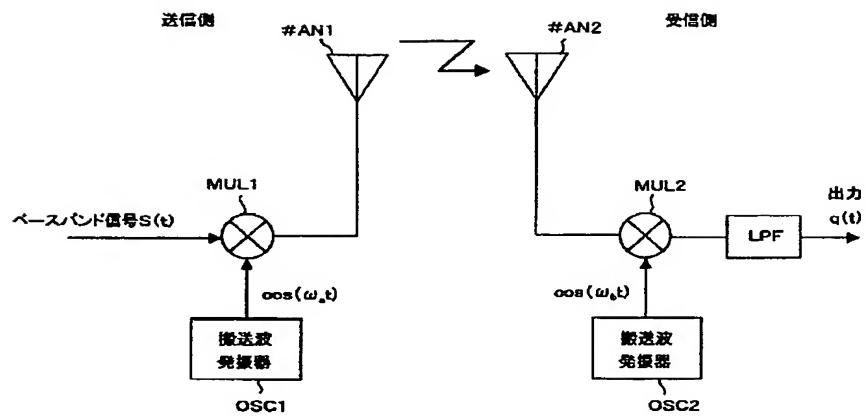
【図14】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K011 DA03 DA06 DA15 EA01 GA06  
 JA01 KA04  
 5K022 FF00  
 5K059 DD10 DD31 EE02